

D6

DOCK # 420  
 USSN: 1914,653  
 A 4 1545  
 CONF # 2350

PD200246



(19) Országkód

HU

MAGYAR  
KÖZTÁRSASÁGMAGYAR  
SZABADALMI  
HIVATAL

# SZABADALMI LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszáma: 4047/91

(22) A bejelentés napja: 1991. 12. 19.

(11) Lajstromszám:

215 866 B

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 01 M 4/50

(40) A közzététel napja: 1995. 05. 29.

(45) A megadás meghirdetésének a dátuma a Szabadalmi  
Közlönyben: 1999. 03. 29.

(72) Feltalálók:

dr. Daniel-Ivad, Josef, Richmond Hill, Ontario  
(CA)

dr. Kordesch, Karl, Graz (AT)

dr. Taucher, Waltraud, Graz (AT)

(73) Szabadalmaz:

Battery Technologies Inc., Mississauga, Ontario  
(CA)

(74) Képviselő:

DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,  
Budapest

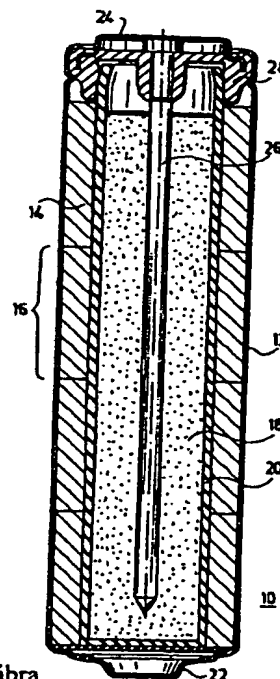
(54)

## Katódszerkezet alkáli mangán-dioxid–cink cellákhoz magnövelt kapacitással

### KIVONAT

Katódszerkezet alkáli mangán-dioxid–cink cellákhoz magnövelt kapacitással, amely mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva, ahol az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amely bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát.

A találmány tárgya ezenkívül olyan alkáli mangán-dioxid–cink cella, amely tartalmaz mangán-dioxid-katódot (14), cinkanódot (18), az anód (18) és a katód (14) között elhelyezett szeparátort (20) és elektrolitot, ahol a katód (14) mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva és a pórusok az elektrolittal vannak megtöltve, az adalékanyagot legalább 3 tömeg% mennyiségű báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.



1. ábra

HU 215 866 B

A találmány alkáli mangán-dioxid-cink cellákra, közelebbről pedig megnövelt kapacitással rendelkező alkáli mangán-dioxid-cink cellákban használt katódszerkezetre vonatkozik, amely szilárd összetevőként mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll. Ezekből az anyagokból egyenletes keverés után sajtolással porózus testet készítünk, amelynek pórusait a cellában való használat során elektrolit tölti ki.

A mangán-dioxid alkáli primer cellák elterjedten használt katódanyaga. Alkálioldatokban újratölthető tulajdonságokkal rendelkezik, ezért gyakran használják újratölthető cellákban is. Az elektrolitikusan előállított mangán-dioxid korlátozott újratölthető tulajdonságokkal rendelkezik, amint azt K. Kordesch és társai az *Electrochim. Acta* 26, 1495. oldalán (1981) közlik, és ezen tulajdonság a kisütés mélységével függ össze, és csökkenti a gyakorlatilag elérhető kapacitást.

A katódszerkezet optimalizálása már régóta számos fejlesztési munka célját képezi. Az US 4.384.029 lajstromszámú szabadalom (K. Kordesch és társai) a mangán-dioxid katódanyag tulajdonságaival és a katódkeverék összetételével foglalkozik. A katódszerkezetet elektrolitikus mangán-dioxid-por, mint aktív anyag és grafitpor vagy koloidos grafit keverékéből készítik, és a keveréket kötőanyaggal és/vagy nyomás hatására fogják össze. A grafit feladata a vezetőképesség javítása. Javasolták már különböző adalékanyagok, például sztrén, butadién, akril-nitril, karbamid, formaldehid, vinil-alkohol vagy epoxigyanta, illetve ezek polimerjeinek vagy kopolimerjeinek alkalmazását. Ezeket az anyagokat általában adalékoknak nevezik, és alkalmazásuk célja a szerkezet javítása, továbbá a katódtérfogat növekedésének csökkentése a cella ciklusélete során. A „ciklusélet” vagy „ciklusélettartam” kifejezés alatt azt az aktív időszakot értjük, amely a cella feltöltéseit követő kisütések összességét jelenti, amelynek kifejezésére a ciklusok számát használjuk. A ciklusélettartam akkor ér véget, amikor a cella kapacitása egy előírt mérték (például az eredeti kapacitás 60%-a) alá csökken. A ciklusélettartam valóságos időben kifejezett értéke cellánként lényegesen különbözhet, mert az függ a cella kisütési módjától és az egymást követő ciklusok között eltelt tárolási időtől.

Az adalékokkal szemben támasztott általános követelmény, hogy az elektrolit által nedvesíthetőeknek kell lenniük. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a cella feszültsége a katódban jelen lévő adalékok ellenére is néhány ciklus után lecsökkent.

Az US 4.929.520 lajstromszámú szabadalomban (K. Kordesch és társai) vezető anyagú alátétek alkalmazását javasolták a katódtest egymással érintkező részei között, amely lényeges mértékben lecsökkentette a cella belső ellenállását.

A katódszerkezet tervezésével kapcsolatos további nehézséget a heterolitiképződés problémája jelenti, amely a cella ciklusélettartama során csökkenti az aktív mangán-dioxid-tömeget. Ezt a jelenséget a szakirodalom részletesen tárgyalja. Egy új összefoglalást találhatunk E. Preisler: „Voltage Measurement on Alkaline

Primary Cells during Discharge and Recovery” (Feszültségmérések alkáli primer cellákban kisütés és magához térés során), amely megjelent: *Progress in Batteries & Solar Cells*, Vol. 9, 1990 IBA York Meeting pp 21-34. Kisütés során az elektrolitban a cinkát koncentrációja a cinkelektrod oldódása miatt növekszik, és a cinkát a katód felé halad. A cinkionok eljutnak a katód aktív tartományába, és a redukált mangán-dioxiddal reagálva heterolitot képeznek. A ciklusélettartam során a heterolit jelenlétének az alábbi hatásai jelentkeznek:

– már nem vesz részt a ciklusfolyamatban, tehát az aktív katódtömeg csökken az összes aktív anyag 30%-át is elérő mennyiségben, és ez csökkenti a cella kapacitását;

– mechanikusan kitágul, és ez a katódszerkezetet mechanikusan károsítja.

A kitágulás hatásainak csökkentése érdekében megfelelő eszközöket, például lyukasított szilárd fémketreceket, vagy fokozott mennyiségű kötőanyagot használtak, amely eszközök jelenléte tovább csökkentette az aktív anyag számára rendelkezésre álló teret és/vagy a vezetőképességet.

A heterolitiképződéssel kapcsolatos hátrányok nemcsak újratölthető celláknál jelentkeznek, mert hasonló problémákat tapasztalunk primer cellák esetében is, amikor azok kisütése szakaszos időközökben történik.

A találmány elsődleges célja olyan adalékanyagok biztosítása, amelyek képesek az említett hátrányok legáltalább részleges kiküszöbölésére.

A találmány további célja olyan additív anyagok használata, amelyek csökkentik az újratölthető alkáli mangán-dioxid-cink cellák ciklusélettartama során a terhelte cellafeszültség csökkenését.

A találmány szerint azt tapasztaltuk, hogy ha meghatározott báriumvegyületeket, tehát bárium-oxidot, bárium-hidroxidot vagy bárium-szulfátot adalékanyagként használunk, akkor azok megfelelően kielégítik a fenti célokat, amennyiben az adagolást a katódban a szilárd összetevők tömegéhez viszonyítva legalább 3 tömeg% vagy clónyösen 5-25 tömeg% mennyiségben alkalmazzuk.

A találmánnyal tehát katódszerkezetet hoztunk létre alkáli mangán-dioxid-cink cellákhoz megnövelt kapacitással, amely mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva, és a találmány szerint az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

Egy előnyös kiviteli alaknál az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

További előnyös kiviteli alakot kapunk, ha az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet, clónyösen 8 mol kristályvizet tartalmaz.

A találmány szerint alkáli mangán-dioxid-cink cellát is létrehozunk, amely tartalmaz mangán-dioxid-katódot, cinkanódot, az anód és a katód között elhelyezett szeparátort és elektrolitot, ahol a katód mangán-dioxid

aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva, és a pórusok az elektrolittal vannak megtöltve, és a találmány szerint az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

Egy előnyös kiviteli alaknál az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

Egy további előnyös kiviteli alakra jellemző, hogy az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet tartalmaz.

Egy előnyös kiviteli változat szerint a báriumvegyületet bárium-oxid képezi, amely az elektrolittal bárium-hidroxidot képez.

Egy további változat esetében a báriumvegyületet bárium-szulfát képezi.

A találmány egy kiviteli alakja primer (tehát nem újratölthető) cellaként van kialakítva.

Egy másik kiviteli alaknál pedig a cella szekunder (tehát újratölthető) cellaként van kialakítva.

A találmány szerinti cellának célszerűen hengeres szerkezeti kialakítása van.

A javasolt adalékanyagokat az elektrolit jól nedvesíti, és szemcseméretük is nagyon kicsi. Ez a körülmény is javítja a rendelkezésre álló mangán-dioxid-tömeg hasznosítását, és csökkenti a cellák belső ellenállását. Ezeket az adalékokat ezért hatékony pórusmódosító anyagoknak is tekinthetjük.

A javasolt báriumvegyület adalékanyagok jelenlétéből származó előnyös hatásai különböző alkáli mangán-dioxid-cink cellákból nyert vizsgálati anyagok alapján még szembetűnőbbek. A soron következő példákban hivatkozott vizsgált és referenciaselektródák azonos szerkezeti kialakításúak, közöttük az egyetlen különbség abban áll, hogy a referenciaselektródák adalékként báriumvegyületet nem tartalmaznak.

A példák alapján világossá válik, hogy a celláknak mind a cikluskapacitása, mind pedig a halmozott kapacitása gyorsan növekszik, az adalékanyag mennyisége a 3 tömeg%-ot meghaladja. A tulajdonságok már nem javulnak, ha az adalék mennyisége mintegy 25 tömeg%-ot meghalad, mert növekvő adalékmennyiség mellett az aktív tömeg csökkenése egyre jelentősebbé válik.

A találmányt a továbbiakban példakénti kiviteli alakok kapcsán, a rajz alapján ismertetjük részletesebben. A rajzon az:

1. ábra a találmány szerinti cella hosszmeteszete; a
2. és 3. ábrák 0, 10 és 15 tömeg% bárium-szulfátot tartalmazó katóddal rendelkező cellák kisütési és halmozottkapacitás-diagramjai; a
4. és 5. ábrák a 2. és 3. ábrákhoz hasonló diagramok, amelyek 8 mol vizet tartalmazó bárium-hidroxidból 0, 10 és 15 tömeg% mennyiséget tartalmazó cellák esetében a kisütési és halmozott kapacitás alakulását szemléltetik; a
6. és 7. ábrák hasonló kisütési és halmozottkapacitás-jellegzőgörbék, 0, 10 és 15 tömeg% bárium-oxid esetében; a

8. ábra vizsgált és referencia AA cellák halmozott kapacitás-ciklusszám jellegzőgörbéje; és a

9. és 10. ábrák a vizsgált és referencia AA cellák cikluskapacitás-ciklusszám jellegzőgörbéje.

5 Az 1. ábrán újratölthető alkáli mangán-dioxid-cink 10 cella hosszmeteszete látható. A 10 cella az alábbi fő részekből áll: hengeres belső térrel rendelkező acélból készült 12 serlegből, mangán-dioxid 14 katódból, melyet a 12 serlegbe sajtolt, lyukas henger alakú 16 pelletek alkotnak, a 14 katód belsejében elhelyezett, cinket tartalmazó gélből készült 18 anódból, valamint a 18 anódot a 14 katódtól elválasztó 20 szeparátorból. A 18 anód és a 14 katód között az ionvezetést meghatározott mennyiségben adagolt kálium-hidroxid elektrolit létesíti.

10 A 12 serlegnek alul zárt és középen csonka kúp alakú 22 csúcsa van, és ez képezi a 10 cella pozitív kivezetését. A 12 serleg felső végét egy cellalezáró szerelvény hermetikusan lezárja. Ez a szerelvény vékony fémlemezből készített negatív 24 sapkából, ehhez rögzített, mélyen az anódgélbe nyúló és azzal villamos érintkezést létesítő áramvezető 26 tűskéből, továbbá a negatív 24 sapkát a 12 serlegtől villamosan elszigetelő és a katód-, valamint az anódszerkezetek felett kialakuló gáztereket elkülönítő 28 műanyag fedélből áll. A találmány megértéséhez a szerkezet ennél részletesebb ismertetésére nincs szükség.

25 A találmány szerinti megoldás hatékonyságának szemléltetése céljából különböző báriumvegyületeknek a cella teljesítőképességére gyakorolt hatását vizsgáltuk.

30 Az első vizsgálati sorozatot „C” típusú cellákon végeztük, amelyeket (az IEEE szabványos megnevezés szerint) LR-14 celláknak is neveznek. A 14 katód mangán-dioxid és grafitpor keverékéből sajtolt 16 pelletekből, a 18 anód pedig cink-gél keverékéből állt. A méréseket szabványos cellákkal végzett összehasonlító csoporttal együtt végeztük, ahol az összehasonlító (referencia) cellák a vizsgált celláktól csak a katódkeverék összetételében különböztek. A vizsgált cellák 14 katódja az alább meghatározott báriumvegyületeket tartalmazta, amelyek megfelelő tömegű mangán-dioxidot helyettesítettek.

35 A vizsgált és összehasonlító cellákat egy számítógéppel vezérelt vizsgálórendszeren periodikusan töltöttük és kisütöttük, és a rendszer a vizsgált mérési adatok pontos mérését és a mért adatok tárolását biztosította (mérési adatok alatt értjük az egyes cellák feszültségét, továbbá a töltő és kisütő áramok nagyságát és idejét). Az összes cellát 40 napon keresztül tartó vizsgálati programnak vetettük alá, amely 1,72 V-os állandó feszültségű, de csökkenő áramú, 20 órán át tartó töltési periódusokból és 3,9 ohm terheléssel meghatározott kisütési szakaszokból állt, ahol a kisütőszakaszok addig tartottak, ameddig a cellafeszültség 0,9 V alá nem csökkent. Az áram és feszültség értékeit minden percben feljegyeztük, és a töltésre/kisütésre vonatkozó kapacitásértékeket a rögzített adatokból automatikusan kiszámítottuk.

60 Minden egyes ciklusban az átlagos kisütési áram és a kisütési idő szorzata az érintett ciklusban a cella kapa-

citását adta. Egy adott ciklusszám után értelmezett halmozott kapacitás alatt az összes korábbi ciklusban mért kapacitások összegét értjük.

Az 1. táblázat a vizsgált és összehasonlító cellák halmozottkapacitás-értékeit foglalja össze 20 és 40 ciklus után:

1. táblázat  
LR-14 cellák halmozott kapacitása

vegyület	(%)*	20 ciklus után Ah	%-os növekedés	40 ciklus után Ah	%-os növekedés
BaO	10	49,3	50,3	81,2	55,0
Ba(OH) $2 \times 8H_2O$	15	52,0	58,5	86,3	64,7
BaSO $_4$	15	51,2	56,0	80,9	54,4
Referencia I	—	32,8	—	52,4	—

\*a száraz keverék porban értelmezett tömegszázalék

A 2. és 3. ábrák azon cellák kisütési és halmozott kapacitását mutatják, amelyeknél a száraz porkeverékben rendre 0, 10 és 15 tömeg% bárium-szulfát volt. A 0%-os diagram a referencia (összehasonlító) cellákra vonatkozik.

A 4. és az 5. ábrák a 2. és 3. ábrákhoz hasonlóak, azon cellák kisütési és halmozottkapacitás-diagramjait adják meg, amelyek 0, 10 és 15 tömeg%, 8 mol kristályvízzel rendelkező bárium-hidroxidot tartalmaznak. A 6. és 7. ábrák hasonló kisütési és halmozottkapacitás-diagramok, amelyek 0, 10 és 15 tömeg% bárium-oxidot tartalmaznak. Ebben az esetben a bárium-oxid az elektrolitban lévő vízzel bárium-hidroxidot képezett.

Ez a vizsgálati sorozat azt igazolta, hogy „C” méretű celláknál 10–15 tömeg% báriumvegyület a halmozott kapacitást lényegesen növeli.

További kísérleti sorozatot végeztünk azonos felépítésű, de kismértékben különböző LR-14, azaz „C” méretű cellákkal, amelyeknél a vizsgált cellák katódját képező száraz keverékpor 7 tömeg% bárium-szulfátot tartalmazott, és csak ez képezte az egyetlen különbséget a referenciacellákhoz képest. Erre a mérési sorozatra vonatkozó halmozottkapacitás-értékeket a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

7 tömeg% bárium-szulfátot tartalmazó LR-14 cellák halmozott kapacitása a referenciacellákhoz képest

ciklusszám	referencia-cella (Ah)	vizsgált cella (Ah)	növekedés (%)
5	14,8	16,4	11,2
10	23,6	27,4	15,9
15	30,9	36,2	17,1
20	37,3	44,1	18,1
25	43,0	51,3	19,4
30	48,2	58,4	21,1
35	53,3	65,1	22,2
40	57,8	71,0	23,0

További kísérletsorozatot végeztünk AA méretű (az IEEE szabvány szerint LR-6 méretű) alkáli mangándioxid–cink cellákkal, hogy megállapítsuk az optimális mennyiségű bárium-só adagolását, továbbá bemutassuk a cellák különböző terhelési feltételek mellett való viselkedését.

A vizsgált és a referenciacellák csak a katód összetételében különböztek, a vizsgálati cellában 5, 10 és 15 tömeg% bárium-szulfátot adagoltunk a mangán-dioxid rovására. Az anódok higanymentes cink anódgélt tartalmaztak. A referencia és vizsgált cellák azonos napon készültek. Minden csoportból 20–20 cellát készítettünk, közülük 3–3 cellát szobahőmérsékleten 4 és 10 ohmos terhelés mellett sűtöttünk ki. Számítógéppel vezérelt ciklusfeltételek mellett 30 ciklust végeztünk (végfeszültség 0,9 V; 15 órán keresztül töltés 1,72 V feszültséggel), majd kiszámítottuk a halmozott kapacitás átlagértékét.

A 3. táblázat a vizsgált cellák halmozottkapacitás-értékének százalékos változását adja meg a referenciacellákhoz képest.

3. táblázat  
LR-6 cellák 30 ciklus után

BaSO $_4$ (%)	terhelés 4 ohm terhelés halmozott kapacitás%	terhelés 10 ohm halmozott kapacitás%
0	100	100
5	115	117
10	96	125
15	90	141

A 8. ábra a vizsgált és a referenciacellák halmozottkapacitás-diagramját szemlélteti a ciklusszám függvényében. A cellákat a 0,9 V-os határfeszültség eléréséig terheltek, és 15 órán keresztül 1,72 V-os töltővel töltöttük. A környezeti hőmérséklet 22 °C volt.

Más típusú vizsgálati cellák esetében, ahol a katódkeverékben 5 tömeg% bárium-oxid volt, a cellakapacitás alakulását a ciklusszám függvényében a 9. és 10. ábrákon tüntettük fel. A referenciacellák mérési adatait is feltüntettük.

Az LR-6 méretű cellákra vonatkozó 3. táblázatból, valamint a 8-10. ábrákból látható, hogy a katódban a báriumvegyület jelenléte nagyobb mértékű javulást idéz elő közepes és kisebb terheléseknél (tehát amikor a terhelés 10 ohmos és nem a nagyobb terhelést jelentő 4 ohm).

LR-6 méretű, „AA” típusú celláknál a báriumsó optimális mennyisége kisebb, mint „C” méretű cellák esetében.

A bárium-szulfát és bárium-hidroxid jelenléte által okozott további javulás a cellák ciklusélettartamában jelentkezett. Hagyományos alkáli mangán-dioxid-cink LR-6 méretű cellákat például kis kisütést jelentő ciklusokban terheltünk, és a referenciacella átlagosan 300 ciklus élettartamú volt, ezzel szemben a hasonló kivitelű de báriumvegyületet tartalmazó katóddal rendelkező cellák átlagos élettartama a 600 ciklust is meghaladta.

A gyártási költségek, valamint a környezetszennyezés szempontjából előnyös a bárium-szulfát alkalmazása. A bárium-szulfát olcsó, a kereskedelembe kapható por, amely vízben oldhatatlan és a környezetet nem terheli.

Bár a találmány szerinti megoldás fő előnyei újratölthető cellákkal kapcsolatban jelentkeznek, a javasolt báriumvegyületek primer cellákban való használata is előnyös, mert csökkenti a heterolitképződést, ezzel pedig növeli a cella tényleges kapacitását. Ez a növekedés elsősorban a cellák időszakos használata esetében válik szembetűnővé, mert primer cellák esetében a vázolt problémák elsősorban akkor jelentkeznek, ha a cella kisütése több, időben elkülönülő kisütési szakaszból áll.

#### SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Katódszerkezet alkáli mangán-dioxid-cink cellához megnövelt kapacitással, amely mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva, *azzal jellemezve*, hogy

az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

2. Az 1. igénypont szerinti katódszerkezet, *azzal jellemezve*, hogy az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

3. Az 1. igénypont szerinti katódszerkezet, *azzal jellemezve*, hogy az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet tartalmaz.

4. A 3. igénypont szerinti katódszerkezet, *azzal jellemezve*, hogy a bárium-hidroxid 8 mol kristályvizet tartalmaz.

5. Alkáli mangán-dioxid-cink cella, amely tartalmaz mangán-dioxi-katódot (14), cinkanódot (18), az anód (18) és a katód (14) között elhelyezett szeparátort (20) és elektrolitot, ahol a katód (14) mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva és a pórusok az elektrolittal vannak megtöltve, *azzal jellemezve*, hogy az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

6. Az 5. igénypont szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

7. Az 5. igénypont szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet tartalmaz.

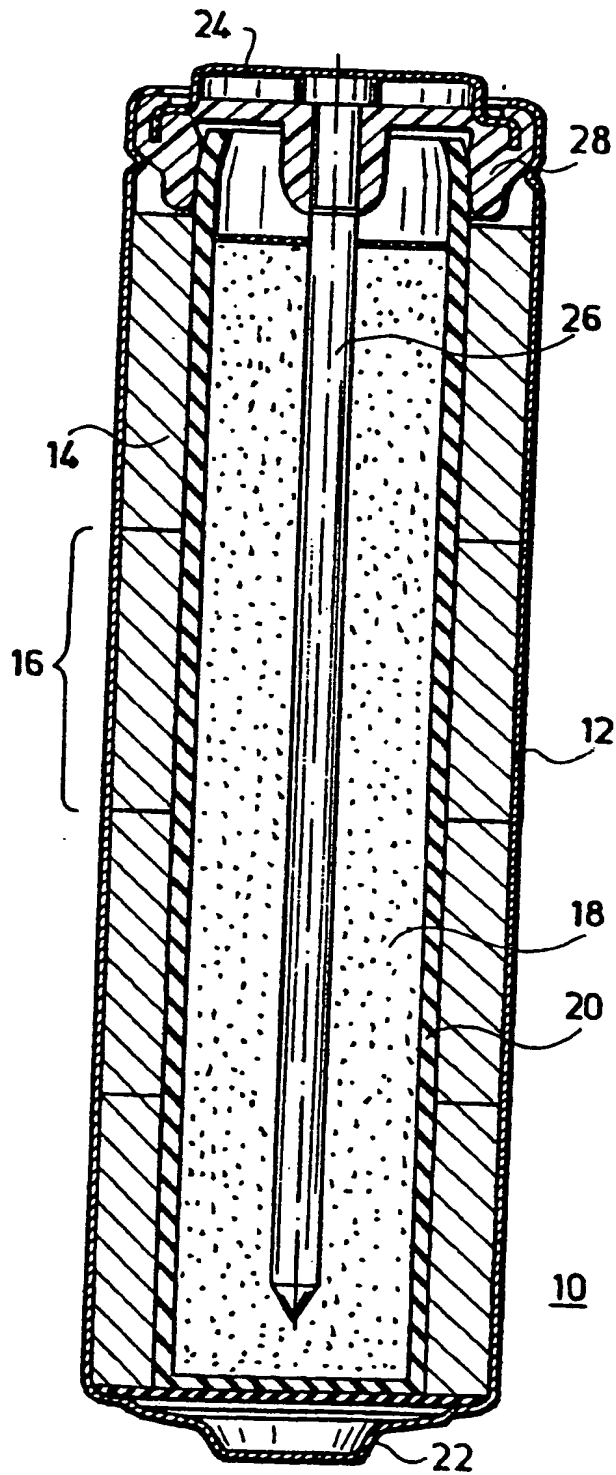
8. Az 5. igénypont szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy a báriumvegyületet bárium-oxid képezi, amely az elektrolittal bárium-hidroxidot képez.

9. Az 5. igénypont szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy a báriumvegyületet bárium-szulfát képezi.

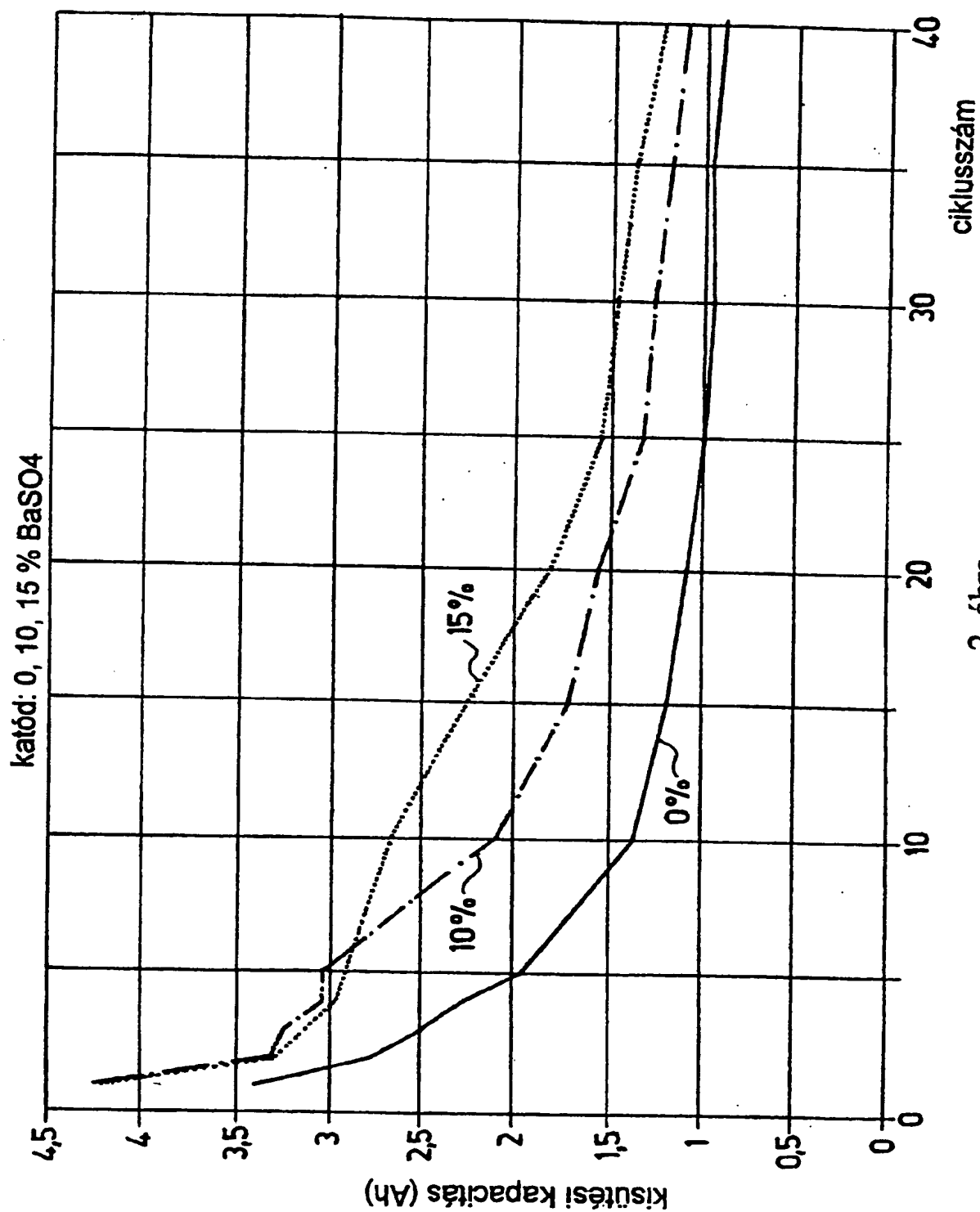
10. Az 5-9. igénypontok bármelyike szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy primer cellaként van kialakítva.

11. Az 5-9. igénypontok bármelyike szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy szekunder cellaként van kialakítva.

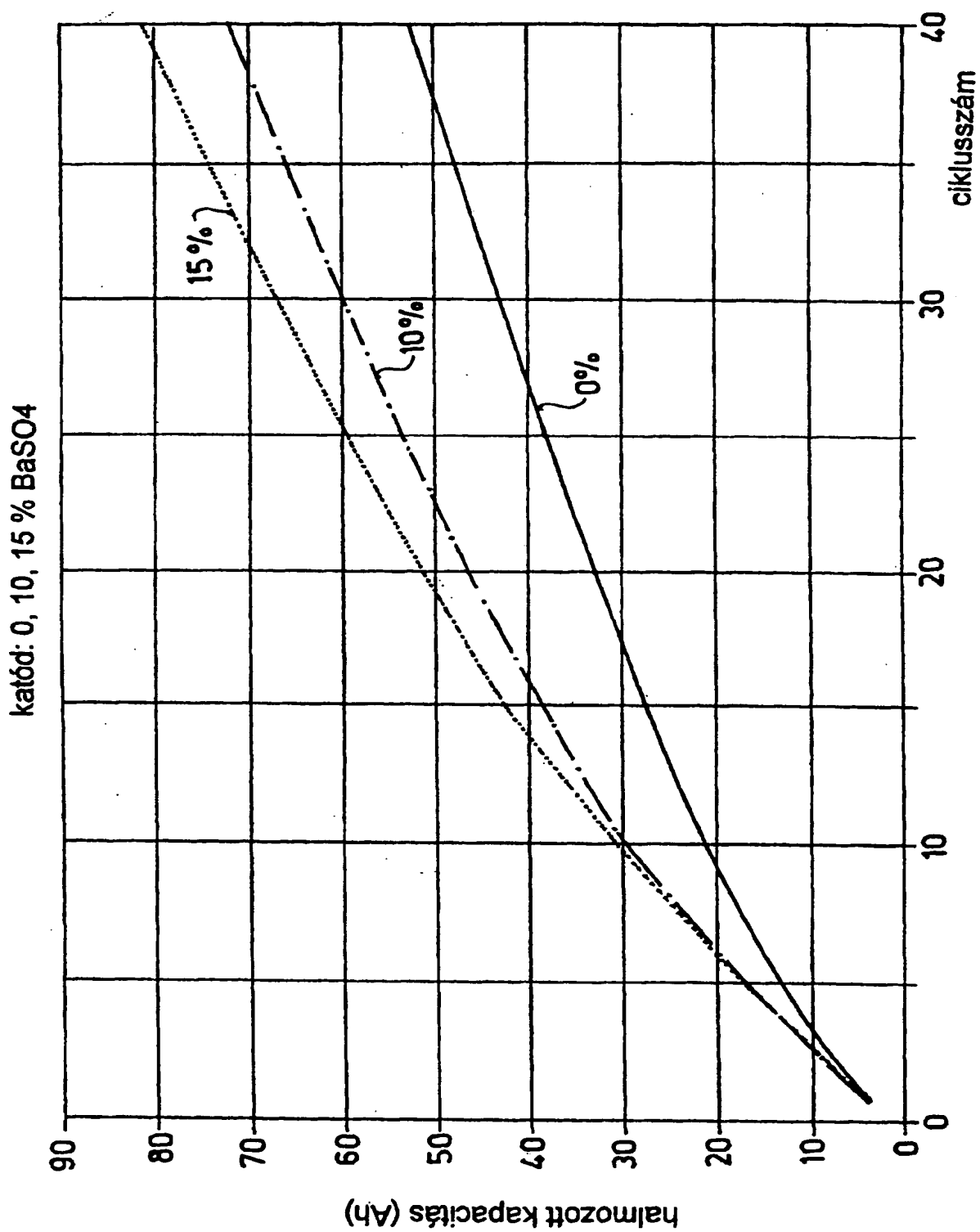
12. Az 5-11. igénypontok bármelyike szerinti cella, *azzal jellemezve*, hogy hengeres szerkezeti kialakítása van.



1. ábra



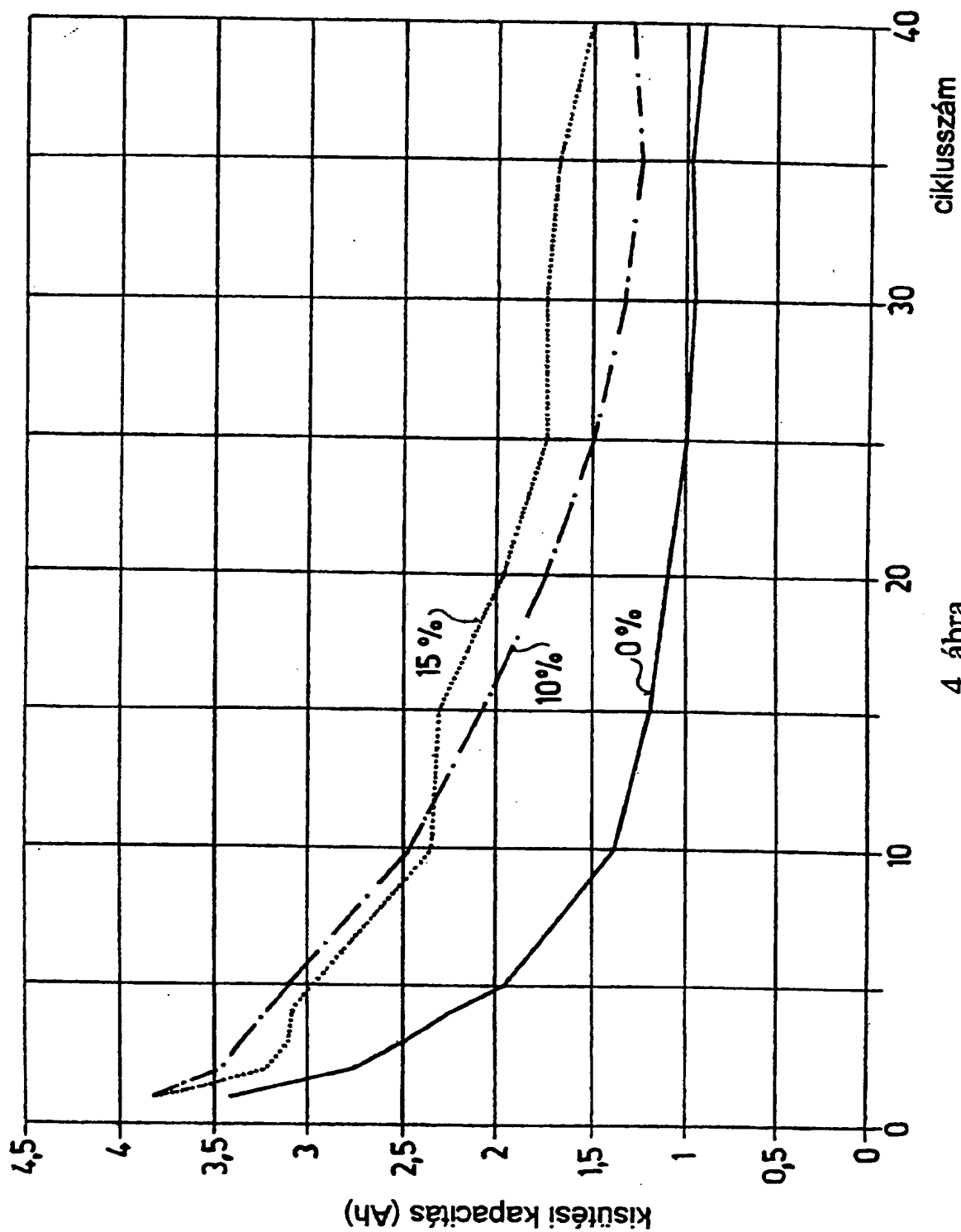
2. ábra



3. ábra

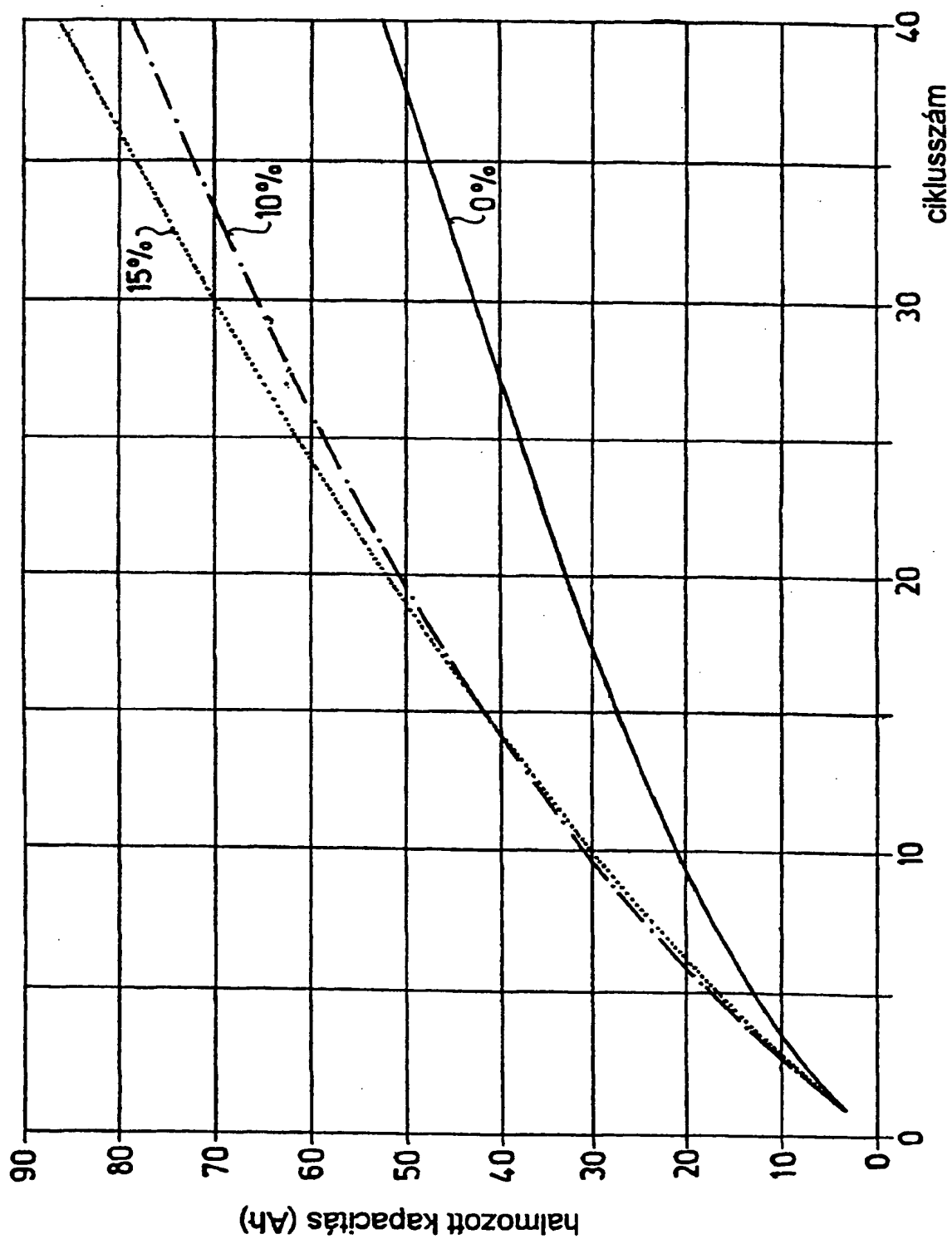


katód: 0, 10, 15 % Ba(OH)<sub>2</sub> x 8H<sub>2</sub>O

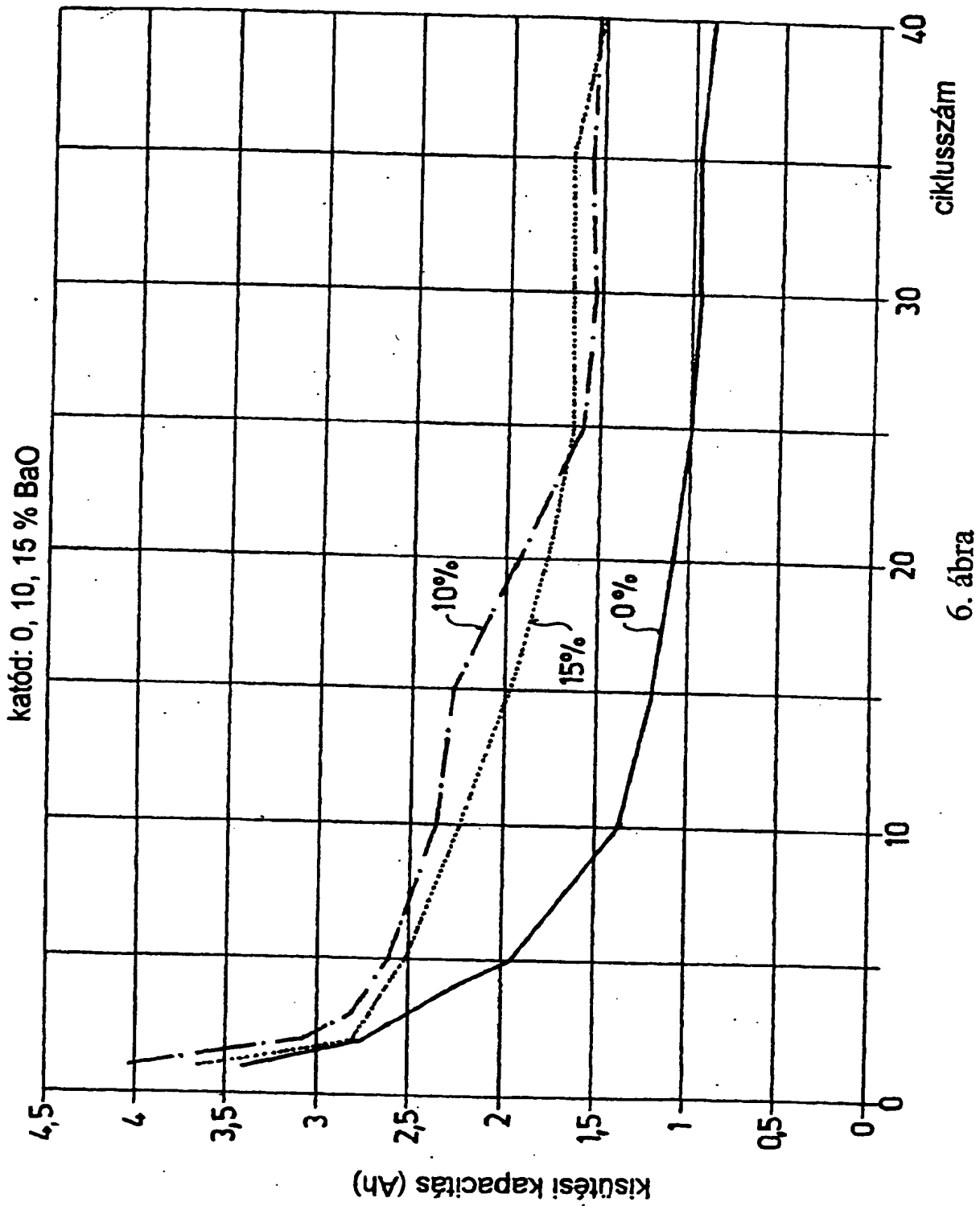


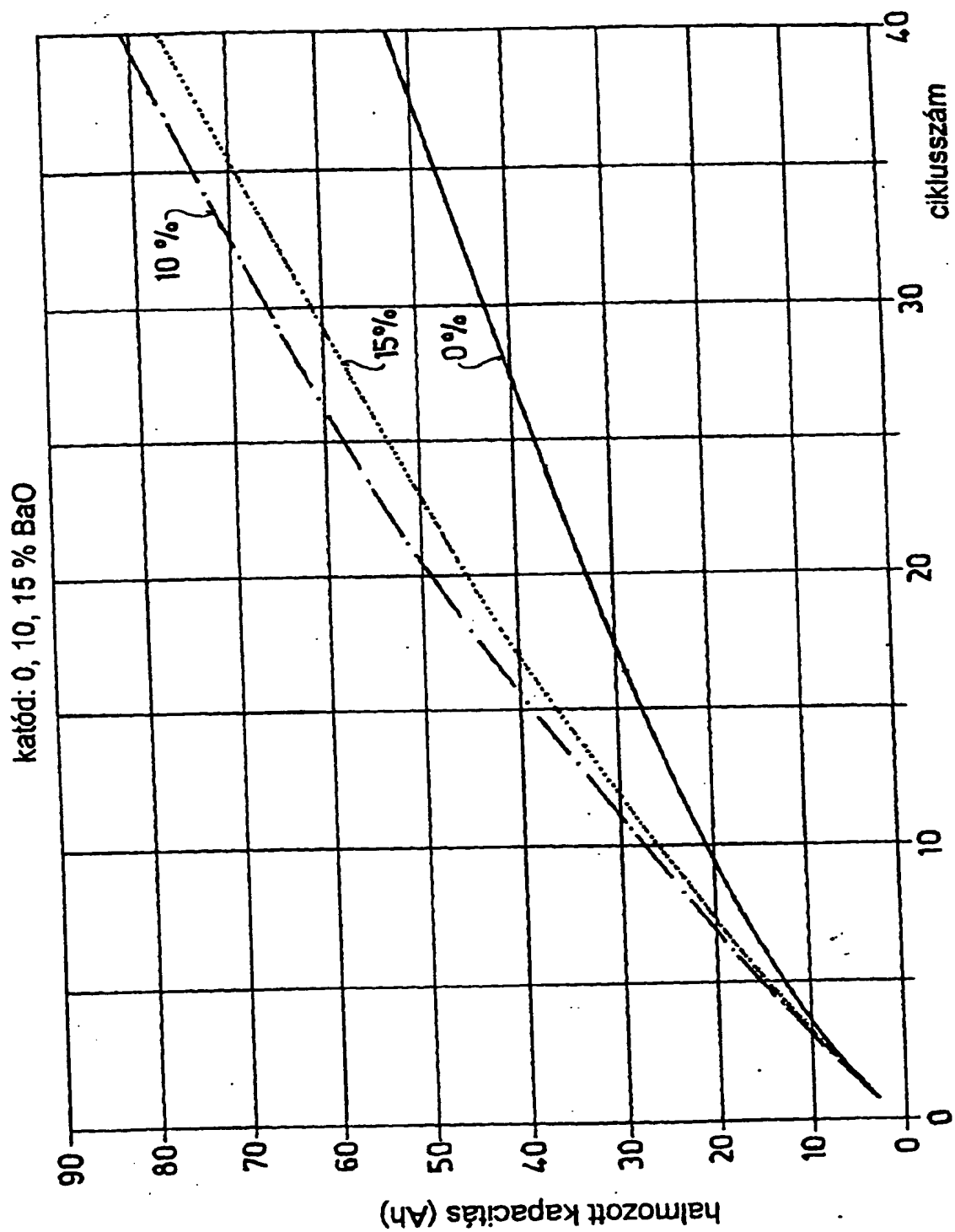
4. ábra

katód: 0, 10, 15 % Ba(OH)<sub>2</sub> x 8H<sub>2</sub>O

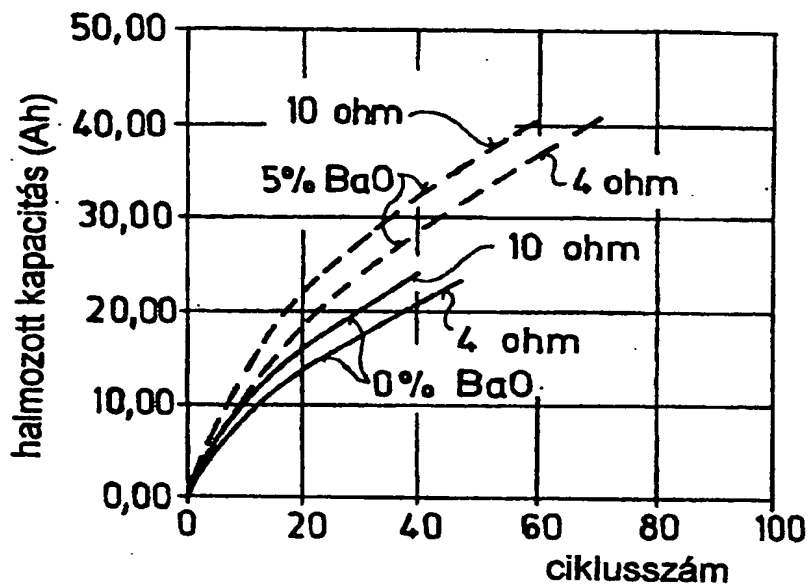


5. ábra

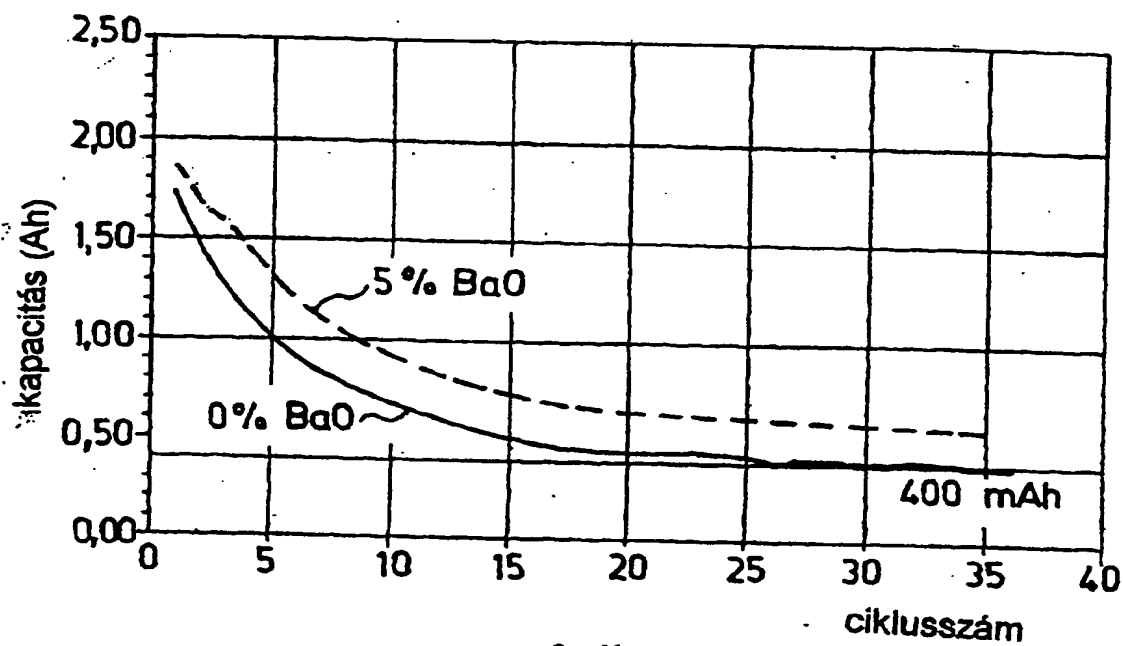




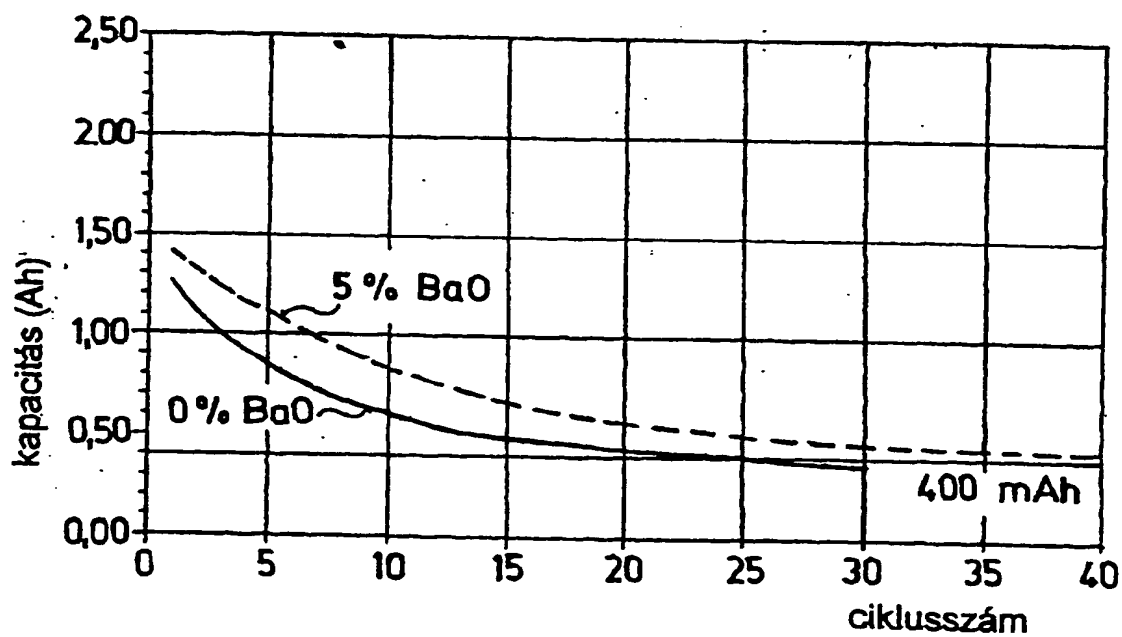
7. ábra



8. ábra



9. ábra



10. ábra